

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT


REC'D 05 AUG 2005

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

WIPO

PCT

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 2003P02166WO	WEITERES VORGEHEN siehe Formblatt PCT/PEA/416	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2004/002670	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 15.03.2004	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 29.04.2003
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK F02D41/00		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		
<p>1. Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p>3. Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt) insgesamt 8 Blätter; dabei handelt es sich um</p> <p><input type="checkbox"/> Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).</p> <p><input type="checkbox"/> Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.</p> <p>b. <input type="checkbox"/> (nur an das Internationale Büro gesandt) insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben), der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enthalten, nur in computerlesbarer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).</p>		
<p>4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. I Grundlage des Bescheids</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. II Priorität</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung</p>		
Datum der Einreichung des Antrags 11.02.2005	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 08.08.2005	
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter Van der Staay, F Tel. +31 70 340-4942	



Feld Nr. I Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bericht auf der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.
- ☐ Der Bericht beruht auf einer Übersetzung aus der Originalsprache in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
- ☐ internationale Recherche (nach Regeln 12.3 und 23.1 b))
 - ☐ Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4)
 - ☐ internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 und/oder 55.3)
2. Hinsichtlich der **Bestandteile*** der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf *(Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt)*:

Beschreibung, Seiten

1-19 veröffentlichte Fassung

Ansprüche, Nr.

1-23 eingegangen am 11.11.2004 mit Schreiben vom 10.11.2004

Zeichnungen, Blätter

1-3 veröffentlichte Fassung

☐ einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3. ☐ Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:
- ☐ Beschreibung: Seite
 - ☐ Ansprüche: Nr.
 - ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
 - ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
 - ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):
4. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigelegten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c)).
- ☐ Beschreibung: Seite
 - ☐ Ansprüche: Nr.
 - ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
 - ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
 - ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/002670

Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung
- | | | |
|--------------------------------|------------------|-------------|
| Neuheit (N) | Ja: Ansprüche | 11-13,21-23 |
| | Nein: Ansprüche | 1-10,14-20 |
| Erfinderische Tätigkeit (IS) | Ja: Ansprüche | |
| | Nein: Ansprüche | 1 - 23 |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: | 1 - 23 |
| | Nein: Ansprüche: | |

2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

siehe Beiblatt

Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

siehe Beiblatt

Zu Punkt V

1. Stand der Technik

1.1 Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1: US-A-2 633 698 (FREDERICK NETTEL) 7. April 1953 (1953-04-07)

D2: US-A-4 078 387 (DE BOISJEAN MICHEL DE LAMBERT ET AL) 14. März 1978
(1978-03-14)

2. Unabhängige Ansprüche 1 und 14

2.1 Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Artikels 33(1) PCT ,
weil der Gegenstand des Anspruchs 1 im Sinne von Artikel 33(2) PCT nicht neu ist.

Das Dokument D1 wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem
Gegenstand des Anspruchs 1 angesehen. Es offenbart (die Verweise in Klammern
beziehen sich auf dieses Dokument):

Ein System zum Beeinflussen der Ansauggastemperatur und damit des
Energieniveaus im Brennraum eines Verbrennungsmotors (10), insbesondere eines
HCCI-fähigen Verbrennungsmotor, bei dem

- einer Verdichtungseinrichtung (siehe Fig. 6, Turbolader 15 mit Turbine 14 und Kompressor 13) zum Verdichten von angesaugte Frischluft, die vor der Verdichtung eine Temperatur T_1 aufweist (z.B. -50°C , siehe Fig. 1, linke aufwärts weisende Linie von 1 bar nach 3 bar Druck) sowie
- Expansionsmitteln (siehe Fig. 6, Wärmetauscher 40'), die eine Expansion der verdichteten Frischluft bewirken (siehe Fig. 1, oberste seitwärts weisende Linie von 3 bar zurück nach 1,7 bar Druck),
- wobei die verdichtete und nachfolgend expandierte Frischluft eine Temperatur T_2 (hier 0°C) $> T_1$ (-50°C , s.o.) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Temperatursensor (vapor-pressure type thermostat 52) zum Erfassen der Temperatur in Strömungsrichtung des Frischgases bezüglich der Expansionsmittel stromabwärts angeordnet ist, so dass diese im Rahmen einer Regelung der

- Ansauggastemperatur berücksichtigt werden kann (siehe Beschreibung Spalte 8, Zeilen 23 bis 29)
- 2.2 In gleicher Weise ist der Gegenstand des unabhängigen Verfahrensanspruchs 14 durch D1 offenbart.
- 2.3 Auch D2 scheint die Merkmale der Ansprüche 1 und 14 zu offenbaren.

3. Abhängige Ansprüche

- 3.1 Die abhängigen Ansprüche 2 bis 10 sowie 15 bis 20 erscheinen nicht neu, da alle Merkmale bereits in D1 und D2 offenbart sind.
- 3.2 Die abhängigen Ansprüche 11 und 21 erscheinen nicht erfinderisch im Sinne von Artikel 33(3) PCT, da es sich hierbei um eine typische Systemkonfiguration bzw. Verfahrensschritte und somit um nur eine von mehreren naheliegenden Möglichkeiten, aus denen der Fachmann ohne erfinderisches Zutun auswählen würde, handelt.
- 3.3 Die abhängigen Ansprüche 13 und 23 erscheinen nicht erfinderisch im Sinne von Artikel 33(3) PCT, da es sich bei der offengelegten Formel um einen allgemein bekannten thermodynamischen Zusammenhang handelt.

Zu Punkt VIII

4. Klarheit der unabhängigen Ansprüche

- 4.1 Die in den Ansprüchen 1 und 14 benutzte Formulierung "insbesondere eines HCCI-fähigen Verbrennungsmotors" ist fakultativ und bewirkt keine Beschränkung des Schutzzumfangs der Patentansprüche. Sie ist daher irreführend bezüglich des beanspruchten Schutzzumfangs. Somit ist die Definition des Gegenstands dieser Ansprüche nicht klar (Artikel 6 PCT).

5. Unzulässige Erweiterung der abhängigen Ansprüche 12 und 22

- 5.1 Die mit Schreiben vom 10.11.2004 eingereichten Änderungen in den Ansprüchen 12 und 22 bringen Sachverhalte ein, die im Widerspruch zu Artikel 34(2)(b) PCT über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt

hinausgehen. Es handelt sich dabei um die Gleichung zur Berechnung der Ansauggastemperatur, die in dieser Form weder in der Beschreibung noch in den Ansprüchen der internationalen Anmeldung oder des Prioritätsdokumentes offengelegt ist.

Patentansprüche

1. System zum Beeinflussen der Ansauggastemperatur und damit des Energieniveaus im Brennraum (12) eines Verbrennungsmotors (10), insbesondere eines HCCI-fähigen Verbrennungsmotors (10), mit

- einer Verdichtungseinrichtung (16) zum Verdichten von angesaugter Frischluft, die vor der Verdichtung eine Temperatur T_1 aufweist, sowie

- Expansionsmitteln (18), die eine Expansion der verdichteten angesaugten Frischluft bewirken,

- wobei die verdichtete und nachfolgend expandierte Frischluft eine Temperatur $T_2 > T_1$ aufweist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein Temperatursensor (20) zum Erfassen der Temperatur T_2 in Strömungsrichtung des Frischgases bezüglich der Expansionsmittel stromabwärts angeordnet ist, so dass diese im Rahmen einer Regelung der Ansauggastemperatur berücksichtigt werden kann.

2. System nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass eine Abgasrückführeinrichtung zum Zuführen von Abgas eines früheren Verbrennungszyklus zu Frischluft beziehungsweise zu einem Frischluft aufweisenden Gemisch vorgesehen ist, um nach Einspritzung von Kraftstoff ein Luft/Kraftstoff/Abgas-Gemisch mit einem für die Verbrennung vorteilhaften Energieniveau bereitzustellen.

3. System nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verdichtungseinrichtung ein Abgasturbolader (16) ist.

4. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verdichtungseinrichtung ein Kompressor ist.

5

5. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Expansion an einer Drosselklappe (18) erfolgt.

10 6. System nach einem der Ansprüche 2 und 5,
dadurch gekennzeichnet,

15 - dass mindestens ein als Abgaskühler (32) wirkender Wärmetauscher zur Absenkung der Temperatur des zurückgeführten Abgases vorgesehen ist, und

20 - dass eine Kühlmittelstellventil (50) vorgesehen ist, so dass durch Beeinflussung des Kühlmitteldurchflusses durch den Abgaskühler (32) unter Berücksichtigung von Messwerten beziehungsweise modelltechnisch ermittelten Werten die Ansauggastemperatur eingestellt beziehungsweise geregelt werden kann.

25 7. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Abgaskühler (32) in einem separaten Wärmetauscherkreis (46) angeordnet ist.

30 8. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Abgaskühler in einem Motorkühlmittelkreis angeordnet ist.

35 9. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Abgaskühler als Motor- beziehungsweise Getriebeölwärmetauscher ausgelegt ist.

10. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Messwerte beziehungsweise die modelltechnisch ermit-
5 telten Werte mindestens einer der folgenden Größen zugeordnet
sind:

- Abgastemperatur,
- zurückgeführte Abgasmasse beziehungsweise -menge,
- 10 - Frischgastemperatur,
- Frischgasmasse beziehungsweise -menge,
- Ansauggastemperatur,
- Ansauggasmasse beziehungsweise -menge,
- Kühlmitteltemperatur beziehungsweise Öltemperatur des
15 durch den Abgaskühler strömenden Kühlmittels beziehungs-
weise Öls und
- Kühlmittelmasse beziehungsweise Ölmasse beziehungsweise
Kühlmittelmenge beziehungsweise Ölmenge des durch den Ab-
gaskühler strömenden Kühlmittels beziehungsweise Öls.

11. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Temperatursensor (20) zum Erfassen der Frischgastem-
peratur, ein Temperatursensor (24) zum Erfassen der Abgastem-
25 peratur am Motoraustritt, eine Luftmassen- beziehungsweise -
mengenmesseinrichtung (28) zum Erfassen der Frischgasmasse
beziehungsweise -menge und eine Abgasmassen- beziehungsweise
-mengenmesseinrichtung (28) zum Erfassen der Abgasmasse be-
ziehungungsweise -menge vorgesehen sind.

12. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ansauggastemperatur gemäß der Gleichung

$$T_{ASG} = \frac{\dot{m}_{FG} T_{FG} C_{p,FG} + \dot{m}_{AG} T_{AG} C_{p,AG}}{\dot{m}_{FG} C_{p,FG} + \dot{m}_{AG} C_{p,AG}}$$

berechnet wird, wobei

\dot{m}_{FG} : Frischgasmassenstrom
 \dot{m}_{AG} : Abgasmassenstrom
 T_{FG} : Frischgastemperatur
5 T_{AG} : Abgastemperatur
 T_{ASG} : Ansauggastemperatur
 $c_{p,FG}$: Wärmekapazität des Frischgases
 $c_{p,AG}$: Wärmekapazität des Abgases.

10 13. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abgastemperatur am Wärmetauscher Ausgang unter Verwen-
dung des folgenden Gleichungssystems berechnet wird:

15
$$|\Delta\dot{Q}_{KM}| = |\Delta\dot{Q}_{AG}| = \dot{Q}_{WT}$$

$$\Delta\dot{Q}_{KM} = \dot{m}_{KM} c_{p,KM} (T_{KM,AUS} - T_{KM,EIN})$$
$$\Delta\dot{Q}_{AG} = \dot{m}_{AG} c_{p,AG} (T_{AG,EIN} - T_{AG,AUS})$$

20
$$\dot{Q}_{WT} = kA\Delta T_m$$

wobei

25 \dot{Q} : Wärmestrom
 KM : Kühlmittel
 AG : Abgas
 WT : Wärmetauscher
 c_p : Wärmekapazität
30 k : Wärmedurchgangskoeffizient des Wärmetauschers
 A : Heizfläche des Wärmetauschers
 ΔT_m : mittlere logarithmische Temperaturdifferenz.

14. Verfahren zum Beeinflussen der Ansauggastemperatur und
35 damit des Energieniveaus im Brennraum (12) eines Verbren-
nungsmotors (10), insbesondere eines HCCI-fähigen Verbren-
nungsmotors (10), bei dem

- angesaugte Frischluft, die vor der Verdichtung eine Temperatur T_1 aufweist, verdichtet wird und
- die verdichtete angesaugte Frischluft expandiert wird,
- wobei die verdichtete und nachfolgend expandierte Frischluft eine Temperatur $T_2 > T_1$ aufweist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Temperatur T_2 nach der Expansion erfasst wird, so dass diese im Rahmen einer Regelung der Ansauggastemperatur berücksichtigt werden kann.

15. Verfahren nach Anspruch 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass Abgas eines früheren Verbrennungszyklus Frischluft beziehungsweise einem Frischluft aufweisenden Gemisch zugeführt wird, um nach Einspritzung von Kraftstoff ein Luft/Kraftstoff/Abgas-Gemisch mit einem für die Verbrennung vorteilhaften Energieniveau bereitzustellen.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verdichtung durch einen Abgasturbolader (16) erfolgt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verdichtung durch einen Kompressor erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Expansion an einer Drosselklappe (18) erfolgt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- dass Abgas in einem als Abgaskühler (32) wirkenden Wärme-
tauscher zur Absenkung der Temperatur des zurückgeführten
5 Abgases gekühlt wird, und

- dass durch Beeinflussung des Kühlmitteldurchflusses durch
den Abgaskühler (32) mittels eines Kühlmittelstellventils
(50) unter Berücksichtigung von Messwerten beziehungsweise
10 modelltechnisch ermittelten Werten die Ansauggastempe-
ratur eingestellt beziehungsweise geregelt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

15 dass die Messwerte beziehungsweise die modelltechnisch ermit-
telten Werte mindestens einer der folgenden Größen zugeordnet
sind:

- Abgastemperatur,

20 - zurückgeführte Abgasmasse beziehungsweise -menge,

- Frischgastemperatur,

- Frischgasmasse beziehungsweise -menge,

- Ansauggastemperatur,

- Ansauggasmasse beziehungsweise -menge,

25 - Kühlmitteltemperatur beziehungsweise Öltemperatur des
durch den Abgaskühler strömenden Kühlmittels beziehungs-
weise Öls und

- Kühlmittelmasse beziehungsweise Ölmasse beziehungsweise
Kühlmittelmenge beziehungsweise Ölmenge des durch den Ab-
30 gaskühler strömenden Kühlmittels beziehungsweise Öls.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

35 dass die Frischgastemperatur, die Abgastemperatur am Motor-
austritt, die Frischgasmasse beziehungsweise -menge und die
Abgasmasse beziehungsweise -menge gemessen werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ansauggastemperatur gemäß der Gleichung

$$T_{ASG} = \frac{\dot{m}_{FG} T_{FG} C_{p,FG} + \dot{m}_{AG} T_{AG} C_{p,AG}}{\dot{m}_{FG} C_{p,FG} + \dot{m}_{AG} C_{p,AG}}$$

berechnet wird, wobei

- \dot{m}_{FG} : Frischgasmassenstrom
- 10 \dot{m}_{AG} : Abgasmassenstrom
- T_{FG} : Frischgastemperatur
- T_{AG} : Abgastemperatur
- T_{ASG} : Ansauggastemperatur
- $C_{p,FG}$: Wärmekapazität des Frischgases
- 15 $C_{p,AG}$: Wärmekapazität des Abgases.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abgastemperatur am WärmetauscherAusgang unter Verwen-
20 dung des folgenden Gleichungssystems berechnet wird:

$$|\Delta \dot{Q}_{KM}| = |\Delta \dot{Q}_{AG}| = \dot{Q}_{WT}$$

$$\Delta \dot{Q}_{KM} = \dot{m}_{KM} C_{p,KM} (T_{KM,AUS} - T_{KM,EIN})$$

$$\Delta \dot{Q}_{AG} = \dot{m}_{AG} C_{p,AG} (T_{AG,EIN} - T_{AG,AUS})$$

$$\dot{Q}_{WT} = k A \Delta T_m$$

30 wobei

- \dot{Q} : Wärmestrom
- KM : Kühlmittel
- AG : Abgas
- 35 WT : Wärmetauscher
- C_p : Wärmekapazität
- k : Wärmedurchgangskoeffizient des Wärmetauschers

A: Heizfläche des Wärmetauschers
 ΔT_m : mittlere logarithmische Temperaturdifferenz.